

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2005-079247

(43)Date of publication of application : 24.03.2005

(51)Int.Cl.

H05K 9/00

(21)Application number : 2003-306163

(71)Applicant : TOPPAN PRINTING CO LTD

(22)Date of filing : 29.08.2003

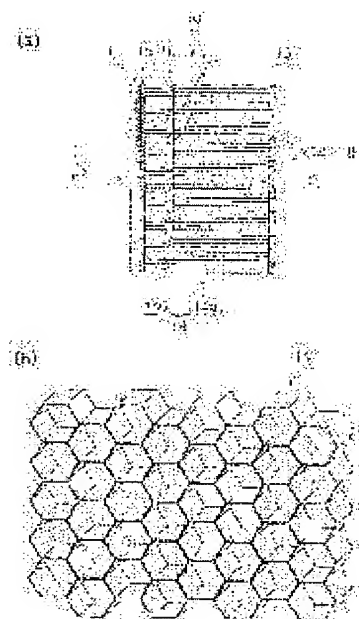
(72)Inventor : ITO MASAHIKO
NAKAJIMA HIDEMI

(54) ELECTRIC WAVE ABSORBER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an electric wave absorber which can selectively absorb electric waves having frequencies to be shielded, can be formed thinner than a conventional $\lambda/4$ type electric wave absorber, can be reduced in weight by using a honeycomb structure for a dielectric layer formed between an electromagnetic wave reflection film and an electromagnetic wave absorbing film of the electric wave absorber, allows transmission of electric waves having frequencies other than those to be shielded bidirectionally, and has an excellent workability in that there is no need for connection between electric wave absorbers and for grounding.

SOLUTION: The electric wave absorber comprises a resistor film layer 11 and the dielectric layer 14 having a honeycomb structure. An electric wave reflection layer 13 is formed on the surface of the dielectric layer 14 opposite from the resistor film layer 11. At least between the resistor film layer 11 and the electric wave reflection layer 13, a phase adjustment layer 16 is set.



(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-79247

(P2005-79247A)

(43) 公開日 平成17年3月24日(2005.3.24)

(51) Int. Cl.⁷
H05K 9/00F1
H05K 9/00テーマコード (参考)
5E321

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2003-306163 (P2003-306163)
(22) 出願日 平成15年8月29日 (2003.8.29)(71) 出願人 000003193
凸版印刷株式会社
東京都台東区台東1丁目5番1号
(72) 発明者 伊藤 晶彦
東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内
(72) 発明者 中島 英実
東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内
Fターム (参考) 5E321 BB21 BB23 BB25 BB60 GG12

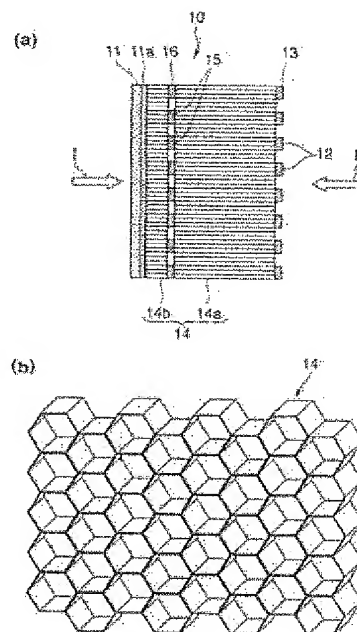
(54) 【発明の名称】 電波吸収体

(57) 【要約】

【課題】 遮蔽しようとする周波数の電波を選択的に吸収し、しかも、従来の $\lambda/4$ 型電波吸収体よりも厚さを薄くし、且つ電波吸収体の電磁波反射膜と電磁波吸収膜の間に用いる誘電体層にハニカム構造を用いることにより軽量の電波吸収体を提供し、遮蔽しようとする周波数以外の電波を双方向に透過させることができ電波吸収体間の接続や接地の必要がなく施工性に優れた電波吸収体を提供する。

【解決手段】 抵抗体皮膜層11とハニカム構造誘電体層14とを備え、抵抗体皮膜層11に対して反対側の前記誘電体層14表面には電波反射層13が形成され、少なくとも前記抵抗体皮膜層11と電波反射層13との間には位相調整層16が設けられている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

抵抗体皮膜層 1 1 とハニカム構造誘電体層 1 4 とを備え、抵抗体皮膜層 1 1 に対して反対側の前記誘電体層 1 4 表面には電波反射層 1 3 が形成され、少なくとも前記抵抗体皮膜層 1 1 と電波反射層 1 3 との間には位相調整層 1 6 が設けられていることを特徴とする電波吸収体。

【請求項 2】

前記位相調整層 1 6 は、抵抗体皮膜層 1 1 と電波反射層 1 3 との間の前記ハニカム構造誘電体層 1 4 の層内に設けられていることを特徴とする請求項 1 記載の電波吸収体。

【請求項 3】

前記位相調整層 1 6 は、遮蔽しようとする周波数の電波に対応した独立した複数の金属線素子 1 5 が配設されたものであることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の電波吸収体。

【請求項 4】

前記位相調整層 1 6 は、遮蔽しようとする周波数の電波に対応した特定の長さを有する独立した複数の金属線素子 1 5 が配設されたものであることを特徴とする請求項 3 記載の電波吸収体。

【請求項 5】

前記位相調整層 1 6 の独立した複数の各々金属線素子 1 5 が、線状であり、複数の開放端を有し、該開放端間の金属線素子 1 5 の長さが、遮蔽しようとする周波数の電波の換算誘電率を考慮した波長の 2 分の 1 に対して $\pm 2\%$ 以上異なることを特徴とする請求項 3 又は 4 記載の電波吸収体。

【請求項 6】

前記位相調整層 1 6 の独立した複数の各々金属線素子 1 5 が、環状であり、その 1 周の長さが、遮蔽しようとする周波数の電波の換算誘電率を考慮した波長に対して $\pm 2\%$ 以上異なることを特徴とする請求項 3 又は 4 記載の電波吸収体。

【請求項 7】

前記位相調整層 1 6 が、線状、環状など異なるパターンによる複数種類の金属線素子 1 5、あるいは長さの異なる複数種類の金属線素子 1 5 が配設されたものであることを特徴とする請求項 3 又は 4 記載の電波吸収体。

【請求項 8】

前記電波反射層 1 3 は、遮蔽しようとする周波数の電波に対応した独立した複数の金属線素子 1 2 が配設されたものであることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項記載の電波吸収体。

【請求項 9】

前記電波反射層 1 3 は、遮蔽しようとする周波数の電波に対応した特定の長さを有する独立した複数の金属線素子 1 2 が配設されたものであることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項記載の電波吸収体。

【請求項 10】

前記電波反射層 1 3 の独立した複数の金属線素子 1 2 が、線状であり、複数の開放端を有し、該開放端間の金属線素子 1 2 の長さが、遮蔽しようとする周波数の電波の換算誘電率を考慮した波長の 2 分の 1 に対して $\pm 2.5\%$ の範囲内であることを特徴とする請求項 8 又は 9 記載の電波吸収体。

【請求項 11】

前記電波反射層 1 3 の独立した複数の金属線素子 1 2 が、環状であり、その 1 周の長さが、遮蔽しようとする周波数の電波の換算誘電率を考慮した波長に対して $\pm 2.5\%$ の範囲内であることを特徴とする請求項 8 又は 9 記載の電波吸収体。

【請求項 12】

前記電波反射層 1 3 が、線状、環状など異なるパターンによる複数種類の金属線素子 1 2、あるいは長さの異なる複数種類の金属線素子 1 2 が配設されたものであることを特徴とする請求項 8 又は 9 記載の電波吸収体。

10

20

30

40

50

【請求項 1 3】

前記抵抗体皮膜層 1 1 が、所定の基材を介してハニカム構造誘電体層 1 4 の片側表面に、ベタ状又は網状など各種パターン状の皮膜層であって、そのうちの 1 種類又は複数種類の皮膜層として設けられていることを特徴とする請求項 1 乃至 1 2 のいずれか 1 項記載の電波吸収体。

【請求項 1 4】

前記抵抗体皮膜層 1 1 が、その表面において反射される遮蔽しようとする周波数の電波が 4 0 % 以下に減衰するようなインピーダンスを有することを特徴とする請求項 1 乃至 1 3 のいずれか 1 項記載の電波吸収体。

【請求項 1 5】

請求項 1 乃至 1 4 のいずれか 1 項記載の電波吸収体であって、遮蔽しようとする周波数以外の電波を双方向に透過させることができ且つ遮蔽しようとする周波数から $\pm 2 0$ % 以上異なる周波数における電波の透過損失が 1 0 d B 以下であることを特徴とする電波吸収体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、電波吸収体に関するものであり、特に、特定周波数の電波を選択的に吸収する電波吸収体に関するものである。

【背景技術】

【0 0 0 2】

近年、事業所内の簡易型携帯電話や無線 LAN 等の室内における専用通信の利用が広がりを見せるなか、情報の漏洩防止や外部からの侵入電波による誤動作やノイズ防止といった点から、オフィス内での電波環境を整えることが不可欠になってきている。そのような電波環境の整備用部材として、既に種々のタイプのものが提案されている。

【0 0 0 3】

例えば、特公平 6-99972 号公報には、金属やフェライトなどの電磁シールド部材をビルの躯体に付加することで、広い周波数帯域で任意の周波数の電波を使って情報通信が出来る電磁シールド・インテリジェントビルが提案されている。

【0 0 0 4】

しかしながら、このような鉄板、金属網、金属メッシュ、金属箔などの電波反射体やフェライトなどの電波吸収体を電磁シールド部材として用いたものでは、それらの電磁シールド性に周波数選択性が無いため、遮蔽しようとする周波数以外の電波まで遮蔽してしまうという問題があった。

【0 0 0 5】

また、前記電波反射体はテレビ電波を反射し、受信障害（ゴーストの発生）の原因となるため、用いることができる箇所が制限される。さらに、電磁シールド部材間の隙間によってシールド性能が大きく低下するため、個々の部材が持つシールド性能を十分発揮させるには、部材間の接続や接地など施工面での厳密性が要求される。

【0 0 0 6】

このような問題点を解消するものとしては、特開平 10-169039 号公報に、線状のアンテナ素子を定期的に配列させることで、遮蔽しようとする特定周波数の電波のみを遮蔽し、部材間の接続や接地も必要ないという建物が提案されている。しかしながら、その遮蔽は反射損失によるものが大部分であるため、オフィス内部において反射電波による CRT 画面の揺らぎや通信機器の誤動作などが起こる場合があるという問題を有していた。

【0 0 0 7】

このようなオフィス内部における電波反射に起因する問題を解消するものとしては、特開平 9-162589 号公報や特開平 5-335832 号公報に、特定周波数の電波を選択的に吸収する電波吸収体が提案されている。特開平 9-162589 号公報の電波吸収

10

20

30

40

50

体は、導電体より大きく絶縁体より小さい電気抵抗値を持つエレメントを配列させて、特定周波数（以上）の電波を吸収するものである。しかしながら、この電波吸収体による遮蔽は、電波の照射によってエレメント内を流れる交番電流の抵抗損失によるものであるため、微小な体積のエレメントでは、遮蔽しようとする周波数の電波においても実際的には透過が多くなり、吸収可能な電波量は僅少になるという問題を有していた。

【0008】

特開平5-335832号公報の電波吸収体は、図8に示すように、抵抗体皮膜31と電波反射体32とが誘電体層33（層の厚さがこの誘電体層内における電波波長の4分の1）を挟んで配置された電波吸収体30であり、特定周波数の電波のみを選択的に吸収する、いわゆる $\lambda/4$ 型電波吸収体である。

10

【0009】

この $\lambda/4$ 型電波吸収体による電波吸収の原理を、図8及び図9を参照しながら説明する。図9に示すように、一般に電波がある媒体A（誘電体層33）中から他の媒体B（電波反射層32）へ矢印方向に入射する場合、A/B界面での電波の反射係数 S_{AB} は、下記式（1）で表される。

【0010】

$$S_{AB} = (Z_B - Z_A) / (Z_B + Z_A) \cdots (1)$$

なお、式中、 Z_A は媒体Aの電波特性インピーダンスであり、 Z_B は媒体Bの電波特性インピーダンスである。

【0011】

ここで、媒体Bは電波反射体32、すなわち導体（ $Z_B = 0$ ）であるので、 $S_{AB} = -1$ となり、電波はA/B界面で完全に反射され、媒体A中に大きな定在波が立つ。この時、媒体A中での負荷インピーダンス Z の値は、下記式（2）で表されるように、A/B界面（ $X = 0$ ）で0であり、A/B界面から $X = \lambda/4$ （ λ は電波の波長）の所で無限大 ∞ になる。

20

【0012】

$$Z = j Z_A \tan \beta X \cdots (2)$$

$$(\beta = 2\pi / \lambda)$$

なお、式中、 j は素数単位、 β は伝搬定数の虚数部（位相定数）であり、 X は図9に示すようにA/B界面からの距離である。

30

【0013】

この $X = \lambda/4$ の位置にインピーダンス R の抵抗体皮膜31を置くと、この位置での負荷インピーダンスは、 R と ∞ との並列合成であるので、ほぼ R となり、この位置での反射係数 $S_{\lambda/4}$ は、下記式（3）で表される値になる。

【0014】

$$S_{\lambda/4} = (R - Z_0) / (R + Z_0) \cdots (3)$$

$$(Z_0 : \text{自由空間のインピーダンス})$$

すなわち、抵抗体皮膜31のインピーダンス R が、自由空間の電波特性インピーダンス Z_0 に完全に等しければ反射係数 $S_{\lambda/4}$ は0となる。

【0015】

この電波吸収体30は、電波吸収量が特開平9-162589号公報のものに比して大きく、周波数選択性にも優れる。しかしながら、媒体A（誘電体層33）の裏側を金属箔や金属網などの媒体B（電波反射体32）で裏打ちするため、遮蔽しようとする周波数以外の電波は反射してしまう、すなわち、その周波数選択性は抵抗体皮膜側から到来する電波の反射成分に対してのみであるという問題を有していた。さらに、媒体B（電波反射体32）側から到来する電波は、周波数に関係なく反射されてしまい、上述したテレビ電波受信障害の原因となる可能性があった。

40

【0016】

遮蔽しようとする周波数の電波のみを選択的に吸収し、これ以外の電波を双方向に透過させる電波吸収体としては、特開2000-323920号公報に、抵抗体皮膜と、遮蔽

50

しようとする周波数の電波に対応した特定の長さを有する金属線素子が配設された電波反射層とが、誘電体層を挟んで配置された電波吸収体が提案されている。しかしながら、この電波吸収体をはじめ、従来の $\lambda/4$ 型電波吸収体においては、遮蔽しようとする電波の周波数が低くなる、すなわち波長が長くなるにつれて、誘電体層の厚さ $\lambda/4$ が厚くなり、電波吸収体全体が厚くなるといった問題を有していた。

【特許文献1】特公平6-99972号公報

【特許文献2】特開平10-169039号公報

【特許文献3】特開平9-162589号公報

【特許文献4】特開平5-335832号公報

【特許文献5】特開2000-323920号公報

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0017】

本発明の目的は、遮蔽しようとする周波数の電波を選択的に吸収し、しかも、従来の $\lambda/4$ 型電波吸収体よりも厚さを薄くし、かつ、電波吸収体の電磁波反射膜と電磁波吸収膜の間に用いる誘電体層にハニカム構造を用いることにより軽量の電波吸収体を提供することにある。

【0018】

また、本発明の目的は、さらに、遮蔽しようとする周波数以外の電波を双方向に透過させることができ、電波吸収体間の接続や接地の必要がなく施工性に優れる電波吸収体を提供することにある。

20

【課題を解決するための手段】

【0019】

本発明の請求項1に係る発明は、抵抗体皮膜層11とハニカム構造誘電体層14とを備え、抵抗体皮膜層11に対して反対側の前記誘電体層14表面には電波反射層13が形成され、少なくとも前記抵抗体皮膜層11と電波反射層13との間には位相調整層16が設けられていることを特徴とする電波吸収体である。

【0020】

本発明の請求項2に係る発明は、上記請求項1に係る電波吸収体において、前記位相調整層16は、抵抗体皮膜層11と電波反射層13との間の前記ハニカム構造誘電体層14の層内に設けられていることを特徴とする電波吸収体である。

30

【0021】

本発明の請求項3に係る発明は、上記請求項1又は2に係る電波吸収体において、前記位相調整層16は、遮蔽しようとする周波数の電波に対応した独立した複数の金属線素子15が配設されたものであることを特徴とする電波吸収体である。

【0022】

本発明の請求項4に係る発明は、上記請求項3に係る電波吸収体において、前記位相調整層16は、遮蔽しようとする周波数の電波に対応した特定の長さを有する独立した複数の金属線素子15が配設されたものであることを特徴とする電波吸収体である。

【0023】

本発明の請求項5に係る発明は、上記請求項3又は4に係る電波吸収体において、前記位相調整層16の独立した複数の各々金属線素子15が、線状であり、複数の開放端を有し、該開放端間の金属線素子15の長さが、遮蔽しようとする周波数の電波の換算誘電率を考慮した波長の2分の1に対して $\pm 2\%$ 以上異なることを特徴とする電波吸収体である。

40

【0024】

本発明の請求項6に係る発明は、上記請求項3又は4に係る電波吸収体において、前記位相調整層16の独立した複数の各々金属線素子15が、環状であり、その1周の長さが、遮蔽しようとする周波数の電波の換算誘電率を考慮した波長に対して $\pm 2\%$ 以上異なることを特徴とする電波吸収体である。

50

【0025】

本発明の請求項7に係る発明は、上記請求項3又は4に係る電波吸収体において、前記位相調整層16が、線状、環状など異なるパターンによる複数種類の金属線素子15、あるいは長さの異なる複数種類の金属線素子15が配設されたものであることを特徴とする電波吸収体である。

【0026】

本発明の請求項8に係る発明は、上記請求項1乃至7のいずれか1項に係る電波吸収体において、前記電波反射層13は、遮蔽しようとする周波数の電波に対応した独立した複数の金属線素子12が配設されたものであることを特徴とする電波吸収体である。

【0027】

本発明の請求項9に係る発明は、上記請求項1乃至8のいずれか1項に係る電波吸収体において、前記電波反射層13は、遮蔽しようとする周波数の電波に対応した特定の長さを有する独立した複数の金属線素子12が配設されたものであることを特徴とする電波吸収体である。

【0028】

本発明の請求項10に係る発明は、上記請求項8又は9に係る電波吸収体において、前記電波反射層13の独立した複数の金属線素子12が、線状であり、複数の開放端を有し、該開放端間の金属線素子12の長さが、遮蔽しようとする周波数の電波の換算誘電率を考慮した波長の2分の1に対して±25%の範囲内であることを特徴とする電波吸収体である。

【0029】

本発明の請求項11に係る発明は、上記請求項8又は9に係る電波吸収体において、前記電波反射層13の独立した複数の金属線素子12が、環状であり、その1周の長さが、遮蔽しようとする周波数の電波の換算誘電率を考慮した波長に対して±25%の範囲内であることを特徴とする電波吸収体である。

【0030】

本発明の請求項12に係る発明は、上記請求項8又は9に係る電波吸収体において、前記電波反射層13が、線状、環状など異なるパターンによる複数種類の金属線素子12、あるいは長さの異なる複数種類の金属線素子12が配設されたものであることを特徴とする電波吸収体である。

【0031】

本発明の請求項13に係る発明は、上記請求項1乃至12のいずれか1項に係る電波吸収体において、前記抵抗体皮膜層11が、所定の基材を介してハニカム構造誘電体層14の片側表面に、ベタ状又は網状など各種パターン状の皮膜層であって、そのうちの1種類又は複数種類の皮膜層として設けられていることを特徴とする電波吸収体である。

【0032】

本発明の請求項14に係る発明は、上記請求項1乃至13のいずれか1項に係る電波吸収体において、前記抵抗体皮膜層11が、その表面において反射される遮蔽しようとする周波数の電波が40%以下に減衰するようなインピーダンスを有することを特徴とする電波吸収体である。

【0033】

本発明の請求項15に係る発明は、上記請求項1乃至14のいずれか1項に係る電波吸収体であって、遮蔽しようとする周波数以外の電波を双方向に透過させることができ且つ遮蔽しようとする周波数から±20%以上異なる周波数における電波の透過損失が10dB以下であることを特徴とする電波吸収体である。

【発明の効果】

【0034】

本発明の電波吸収体は、抵抗体皮膜層と誘電体層とを有し、抵抗体皮膜層とは反対側の誘電体層表面には電波反射層が形成され、抵抗体皮膜層と電波反射層との間には位相調整層が設けられているので、抵抗体皮膜層側から到来する遮蔽しようとする周波数の電波を

10

20

30

40

50

選択的に吸収し、電波反射層側から到来する遮蔽しようとする周波数の電波を反射し、しかも、抵抗体皮膜層と位相調整層は、他の層に比べてきわめて薄く形成することができるので、従来の $\lambda/4$ 型電波吸収体よりも厚さを薄くすることができる。

【0035】

また、本発明の電波吸収体を用いて電波遮蔽室等を形成すると、室内での専用通信（事業所内簡易型携帯電話や無線LANなど）に使用する電波の室内での反射や室外からの侵入に起因する画面の揺らぎや、専用通信の誤動作などの発生を防止できるとともに、外部との通信や公共放送の受信などが可能である。

【0036】

また、位相調整層が、独立した複数の金属線素子を配設したものであれば、遮蔽しようとする周波数以外の電波を双方向に透過させることができ、電波吸収体間の接続や接地の必要がなく、そのため施工性に優れる。また、抵抗体皮膜層及び誘電体層として、光の透過率の高い材質を用いれば、得られる電波吸収体は、光の透過率の高いものとなり、窓ガラスなどにも貼設することができる。

【0037】

また、抵抗体皮膜層が、ベタ状又は網状など各種パターン状に複数種類設けられていれば、複数の周波数の電波を吸収することができる。

【0038】

また、電波反射層が、遮蔽しようとする周波数の電波に対応した特定の長さを有する、独立した複数の金属線素子が配設されたものであれば、遮蔽しようとする周波数の電波のうち、電波反射層側から到来する電波は反射し、遮蔽しようとする周波数以外の電波を双方向に透過させることができ、電波吸収体間の接続や接地の必要がなく、施工性に優れる。

【0039】

また、電波反射層が複数種類の金属線素子を配設したものであれば、複数の周波数の電波を反射することができる。

【0040】

また、抵抗体皮膜層が、その表面において反射される、遮蔽しようとする周波数の電波が40%以下となるようなインピーダンスを有するものであれば、抵抗体皮膜層表面での反射を抑えつつ、遮蔽しようとする周波数の電波を効率よく吸収することができる。

【0041】

また、本発明の電波吸収体が、遮蔽しようとする周波数から20%以上離れた周波数における電波の透過損失が10dB以下であれば、電波吸収体を透過する遮蔽しようとする周波数以外の電波の透過量が十分な量となる。

【0042】

また、位相調整層が複数種類の金属線素子を配設したものであれば、さらなる薄型化や広角度対応、複数周波数対応化などが可能である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0043】

本発明の電波吸収体は、図1の側断面図に示すように、抵抗体皮膜層11と誘電体層14とを有し、誘電体層14は気孔率の高い軽量なハニカム構造を有しており、抵抗体皮膜層11とは反対側の誘電体層14表面には電波反射層13が形成され、抵抗体皮膜層11と電波反射層13との間には、位相調整層16が設けられていることを特徴とする。また、位相調整層16は、独立した複数の金属線素子15が配設されたものであることが望ましい。

【0044】

ここで、図2～図7は、位相調整層16の独立した複数の金属線素子15を示す平面図であり、例えば図2～図4に示すように、金属線素子15は、線状であり、複数の開放端20を有し、該開放端20間の金属線素子15の長さが、遮蔽しようとする周波数の電波の換算誘電率を考慮した波長の2分の1に対して±2%以上異なるものであってもよく、

また、例えば図5～図7に示すように、金属線素子15は、環状であり、その1周の長さが、遮蔽しようとする周波数の電波の換算誘電率を考慮した波長に対して±2%以上異なるものであってもよい。

【0045】

本発明においては、図1に示すハニカム構造を有する誘電体層14の誘電率、厚さ、並びに金属線素子15や抵抗体皮膜層11の支持体（支持基材）に用いられているフィルムの誘電率、厚さを含め、等価的に求めたものを「換算誘電率」と呼ぶこととする。

【0046】

また、電波反射層13は、図1の側断面図に示すように、遮蔽しようとする周波数の電波に対応した特定の長さを有する、独立した複数の金属線素子12が配設されたものであることが望ましい。 10

【0047】

ここで、例えば図2～図4に示すように、電波反射層13の独立した複数の金属線素子12は、線状であり、複数の開放端20を有し、該開放端20間の金属線素子12の長さが、遮蔽しようとする周波数の電波の換算誘電率を考慮した波長の2分の1に対して±2%以上異なるものであってもよく、また、例えば図5～図7に示すように、金属線素子12は、環状であり、その1周の長さが、遮蔽しようとする周波数の電波の換算誘電率を考慮した波長に対して±2%以上異なるものであってもよい。

【0048】

また、前記電波反射層13は、1層の金属線素子12であってもよいし、複数層の金属線素子12が絶縁層を挟んで配設されたものであってもよい。 20

【0049】

また、上記抵抗体皮膜層11は、ベタ状又は網状など各種パターン状の皮膜層であって、そのうちの1種類又は複数種類の皮膜層として設けられている。

【0050】

また、抵抗体皮膜層11は、その表面において反射される、遮蔽しようとする周波数の電波が40%以下となるようなインピーダンスを有するものであることが望ましい。

【0051】

また、本発明の電波吸収体は、遮蔽しようとする周波数から20%以上離れた周波数における電波の透過損失が、10dB以下であることが望ましい。また、位相調整層16の金属線素子15は、1層であってもよいし、誘電体層を挟んで複数層設けられていてもよい。 30

【0052】

以下、本発明を具体的に説明する。

【0053】

図1は、本発明の電波吸収体の一例を示す側断面図であり、この電波吸収体10は、抵抗体皮膜層11と、独立した複数の金属線素子12が配設された電波反射層13とが、ハニカム構造を有する誘電体層14を挟んで配置され、抵抗体皮膜層11と電波反射層13との間には、独立した複数の金属線素子15が配設されてなる位相調整層16が、ハニカム構造を有する誘電体層14を構成するハニカム構造の第1誘電体層14aとハニカム構造の第2誘電体層14bとに挟まれるようにして設けられているものである。また、図中、矢印I、IIはそれぞれ電波の到来方向を表したものである。 40

【0054】

抵抗体皮膜層11は、薄膜により抵抗値が大となる薄膜金属箔、薄膜金属網、金属薄膜（金属蒸着薄膜）や、ベタ状又は網状など各種パターン状の金属酸化物、金属窒化物あるいはその混合物の蒸着膜、スパッタリング膜、CVD膜（CVD：化学的蒸着）、あるいはその積層体、あるいは炭素粒子などの抵抗体粒子をゴムや高分子樹脂中に分散させた複合型抵抗体による皮膜など、その形態や製造方法、厚さなどに本質的な限定を受けるものではないが、図1のI方向から到来する遮蔽しようとする電波を十分吸収するため、その表面で進行波と反射波の間のインピーダンスをマッチングさせる必要がある。そのため、 50

抵抗体皮膜層 11 の厚みや誘電率、表面抵抗は、伝送線路理論や電磁界解析を用いて決定することが望ましい。

【0055】

本発明の電波吸収体 10 全体を等価回路化すると図 10 の様になり、電波反射層 13 に近い方から順々に入力インピーダンス Z_{in1} 、 Z_{in2} 、 Z_{in3} 、 Z_{in4} を算出していき、最終的に本発明の電波吸収体 10 の表面（抵抗体皮膜層 11 の表面）の入力インピーダンス Z_{in5} を求める。この Z_{in5} から本発明の電波吸収体 10 の反射係数 Γ は、

$$\Gamma = (Z_{in5} - Z_0) / (Z_{in5} + Z_0) \cdots (4)$$

但し、 Z_0 は自由空間のインピーダンス： $377 \Omega / \square$ （表面抵抗値）
という式で求められ、この Γ が 0.3 以下であれば吸収体として機能しているが好ましくは 0.1 以下である。 10

【0056】

したがって、このような抵抗体皮膜層 11 は、例えば、図 1 に示すように、ハニカム構造を有する誘電体層 14 の表面に直接設けられたものでもよいし、他の高分子フィルム（ポリエチレンテレフタレートフィルムなど）やガラス、セラミックス、紙などの誘電体からなる支持体上に抵抗体皮膜層 11 を設け、その支持体を誘電体層 14 表面に配置したものであってもよい。

【0057】

ハニカム構造を有する誘電体層 14 はガラス、セラミックス、紙、木材、有機高分子などその材質に本質的な制限を受けるものではなく、複数の材質を組み合わせることもできるが、その厚み、並びに気孔率は、ハニカム構造を有する誘電体材質の誘電率や、吸収する電波の周波数によって決定される。この厚みの決定についても伝送線路理論や電磁界解析が有効である。ハニカム構造を用いることにより、軽量化した上で強度の増加を期待でき、使用する材料を減少させる効果もあるため、使用後の廃材の減少や製造コストの低下も期待できる。ハニカム構造としては、スポンジ形状や六角柱状、四角柱、三角柱の複数の柱体や波状の板と直線上の板の組み合わせなど様々な形状があげられるが、上記の形状に限られるものではない。 20

【0058】

電波反射層 13 は、金属板もしくは導電性セラミックスでも良いが、好ましくは、遮蔽しようとする周波数の電波に対応した特定の長さを有する独立した複数の金属線素子 12 を誘電体層 14 表面に配設したものである。ここで、金属線素子 12 の材質は、インピーダンスがほぼ 0 である導体であることが望ましい。 30

【0059】

すなわち、通常、電波が到来している場所に、接地されていない金属棒や金属ワイヤなどの導体を置いた場合、その金属線素子 12 の長さ及び形状によって決定される共振周波数の電波は、電磁界の共振現象によって再放射される。つまり、電波の到来方向から見ると反射したことになる。また、共振周波数から離散するほど反射現象は無くなり無視することができる。よって、遮蔽しようとする周波数の電波に対応した特定の長さを有する金属線素子 12 は、共振周波数付近では金属板と等価として扱える。また、この現象は直接導体の表面に入射する電波に対してだけでなく、その導体周囲の電波に対しても有効である。いわゆるアンテナ理論での等価開口面積にあたる。よって導体を周期的に配列することによって電波反射層として機能させることができる。 40

【0060】

また、金属線素子 12 は、図 2 に示すように、開放端 20 を有していて、該開放端 20 間の金属線素子 12 の長さは、遮蔽しようとする周波数の電波の誘電体層 14 中での波長の 2 分の 1 とされる。すなわち、導体（金属線素子 12）と電波の相互作用（吸収、反射）は、導体と電波が共鳴する場合に大きくなり、この共鳴は、開放端間の導体の長さが電波波長の 2 分の 1 の場合に起こる。

【0061】

なお、金属線素子 12 の形状は、図 2 に示す線状のものに限定はされず、図 3 に示すよ 50

うな十字形のもの、図4に示すようなY字形のものなど、枝分かれ形状のものであっても構わない。枝分かれ形状のものでは、その分岐点から開放端20までの長さが、電波波長の4分の1となる。また、金属線素子12の形状は、図5～図7に示す三角、四角、円など環状のものであっても構わない。環状のものでは、導体と電波との共鳴は、その1周の長さが、電波波長と同じ長さの場合に起こる。

【0062】

また、電波反射層13に配設されたすべての金属線素子12を同じ長さにするのは困難であり、開放端20を有するものでは、その金属線素子12の長さは、遮蔽しようとする周波数の電波における誘電体層14の換算誘電率を考慮した波長の2分の1から±25%の範囲まで、より好ましくは±10%の範囲まで、環状のものでは、その1周の長さは、遮蔽しようとする周波数の電波の、誘電体層14の換算誘電率を考慮した波長から±25%の範囲まで、より好ましくは±10%の範囲まで許容される。

【0063】

このような電波反射層13における吸収や反射は、直接、金属線素子12の表面に入射する電波に対してだけでなく、その金属線素子12周囲の電波に対しても起こる（ただし、金属線素子12から離れれば離れる程、吸収や反射量は少なくなる）。すなわち、金属線素子12が配設された電波反射層13では、金属線素子12の開放端20間の長さ（総長）が電波波長の2分の1の場合に共鳴し、相互作用が大きくなって、導体と共鳴する波長（周波数）の電波は、この面で殆ど反射する。言い換えると、この長さの金属線素子12と共鳴しない波長（周波数）の電波にとっては、この電波反射層13は反射層とはならず、その大部分が透過する。

【0064】

電波反射層13は、以上に述べたような線状導体の持つ性質を利用したものであり、遮蔽しようとする周波数の電波（但し、その波長は誘電体層中での波長）と共鳴するような長さの金属線素子12を配列することで電波反射層としたものである。このような電波反射層の反射性能は、実際には、あるインピーダンスを持つ個々の導体内部を流れる高周波電流の大きさによって決まるため、その線幅や厚さは大きい程、個々の導体間の間隔は小さい程良くなる。しかし同時に、共振周波数以外の電波の反射も大きくなるため周波数選択性が悪くなる。

【0065】

そこで実用上は、使用する周波数の電波に対する反射性能と周波数選択性を考慮して、金属線素子12の線幅、厚さ、個々の導体間の間隔が決定される。

【0066】

ここでは図2から図7まで、6種類の金属線素子を図示したが、金属線素子の形状は、これらに限定されるものでないことは、前記の説明で明らかである。

【0067】

このような電波反射層13の金属線素子12は、例えば、誘電体層14上に金属箔を貼付し、金属線素子のパターンにしたがって紫外線硬化樹脂によるマスキングを行った後、余分な金属箔をエッチングにより取り除くことによって形成することができる。

【0068】

また、電波反射層13は、図1に示すように、金属線素子12を誘電体層14の表面に直接設けたものに限定はされず、他の高分子フィルムやガラス、セラミックス、紙などの誘電体からなる支持体上に金属線素子を設け、その支持体を誘電体層14表面に配置したものであってもかまわない。

【0069】

また、電波反射層13として個々に独立した金属線素子12の配列面を用いているため、電波吸収体同士の接続や接地は必要ない。このことは施工性を極めて簡便にするもので、本発明の電波吸収体のもう一つの大きな利点である。

【0070】

位相調整層16は、特定の長さを有する金属線素子15が配設されたものであり、図1

10

20

30

40

50

に示すように、他の高分子フィルムやガラス、セラミックス、紙などの誘電体層からなる支持体（図示略）上に金属線素子15を設け、これをハニカム構造を有する誘電体層14の層内に配置したものであり、例えば、図示するように、ハニカム構造を有する第1誘電体層14aとハニカム構造を有する第2誘電体層14bの間に配置したものである。ここで、金属線素子15の材質は、特に限定はされないが、上述の金属線素子12と同様な導体、導電性セラミック等が挙げられる。また、その形状は、上述の金属線素子12と同様に特に限定されるものではなく、例えば、図2から図7までに示す形状が挙げられる。

【0071】

位相調整層16は、遮蔽しようとする周波数の電波を反射せずに、これを通過する電波の位相を、透過電波と金属線素子から再放射される電波との合成によりシフトさせる働きを持つものである。 10

【0072】

ここで、位相調整層16部分の等価回路的な置き換えについては、図10に示すように位相調整層16のインピーダンス Z_2 を、

$$Z_2 = R + jX \cdots (5)$$

と表現した。但し、 R はインピーダンス実部、 jX はインピーダンス虚部を表す。

【0073】

このような等価回路において、設計は以下のようにして行った。すなわち、図10に示す等価回路において、電波反射層13（金属板面）側から順に、第2誘電体層14b、位相調整層16、第1誘電体層14a、抵抗体皮膜層11、その皮膜層11を支持する支持体層11a（ポリエチレンテレフタレートフィルムなどのフィルム基材）の各層を $k=1, 2, \dots, 5$ とし、また各層における層厚、特性インピーダンス、伝搬定数、複素比誘電率および自由空間のインピーダンスをそれぞれ $d_k, Z_k, g_k, \epsilon_{rk}$ とおけば、第 k 層から内部（電波反射層13側）を見込んだ入力インピーダンス Z_{ink} は、次のようになる。なお、位相調整層16の層厚 d_2 と、抵抗体皮膜層11の支持体層11aの層厚 d_4 は、他の三層の層厚に比較して十分に薄いので、 $d_2=0, d_4=0$ と見なすことができる。 20

【0074】

$$Z_{ink} = Z_k \times [Z_{ink-1} + Z_k \tanh r_k d_k] / [Z_k + Z_{ink-1} \tanh r_k d_k] \cdots (6) \quad 30$$

但し、 $k \neq 2, 4$

$$Z_{ink} = Z_k \times [Z_{ink-1}] / [Z_k + Z_{ink-1}] \cdots (7) \quad 40$$

但し、 $k=2, 4$

ここで、

$$Z_k = Z_0 / \sqrt{(\epsilon_{rk})} \cdots (8)$$

但し、 $k \neq 2, 4$

$$Z_2 = R + jX \times Z_{in0} = Z_4 = r$$

そこで、これらの式を用いて計算した吸収体表面から内部を見込んだ入力インピーダンス Z_{in5} 及び自由空間の特性インピーダンス Z_0 を用いて、電波吸収量 S [dB]は次式で求めることができる。 40

【0075】

$$S = -20 \log_{10} |\Gamma| \cdots (9) \quad 50$$

(unit: [dB])

ここで、

$$\Gamma = (Z_{in5} - Z_0) / (Z_{in5} + Z_0) \cdots (10)$$

であるため、この吸収量 S [dB]が所定の値以上となるよう設計を行う。

【0076】

遮蔽しようとする周波数の電波を反射せずに位相をシフトさせて、これを通過させるためには、位相調整層16の金属線素子15の長さは、開放端20を有する線状のものの場合、遮蔽しようとする周波数の電波におけるハニカム構造を有する誘電体層14の換算誘 50

電率を考慮した波長の2分の1に対して±2%以上異なるものであることが好ましい。より好ましくは±5%以上異なるものである。波長の2分の1に対して±2%未満の長さの金属線素子15では、遮蔽しようとする周波数の電波の反射が大きくなる恐れがある。

【0077】

位相調整層16の金属線素子15が開放端20を有しない環状のものの場合、その金属線素子15の1周の長さは、遮蔽しようとする周波数の電波におけるハニカム構造を有する誘電体層14の換算誘電率を考慮した波長に対して±2%以上異なるものであることが好ましい。より好ましくは±5%以上異なるものである。波長に対して±2%未満の長さの金属線素子15では、遮蔽しようとする周波数の電波の反射が大きくなる恐れがある。

【0078】

電波反射層13からの抵抗体皮膜層11の位置を近く、すなわち電波吸収体10の厚さを薄くするためには、具体的には、金属線素子15の長さは、開放端20を有する線状のものの場合、遮蔽しようとする周波数の電波における誘電体層14の換算誘電率を考慮した波長の2分の1に対し、40%～98%、102%～160%の範囲が適当であり、60%～90%、110%～140%の範囲がより好ましい。

【0079】

金属線素子15の長さが電波波長の2分の1の40%未満、又は160%を超えると、位相のシフトが小さくなってしまい、98～102%の範囲では、遮蔽しようとする周波数の電波の反射が大きくなる恐れがある。

【0080】

また、環状のものの場合、金属線素子15の1周の長さは、遮蔽しようとする周波数の電波におけるハニカム構造を有する誘電体層14の換算誘電率を考慮した波長に対し、40%～98%、102%～160%の範囲が適当であり、60%～90%、110%～140%の範囲がより好ましい。

【0081】

ハニカム構造を有する誘電体層14は、いわゆる絶縁体であれば、ガラス、セラミックス、有機高分子などその材質に本質的な制限を受けるものではなく、複数の材質を組み合わせ用いることもできる。

【0082】

ハニカム構造を有する誘電体層14の厚さは、ハニカム構造を有する誘電体の誘電率、遮蔽しようとする電波の周波数、位相調整層16における位相シフトの程度によって適宜、決定される。ハニカム構造を有する誘電体層14の厚さ決定についても、伝送線路理論や電磁界解析を用いることが有効である。具体的には、例えば10GHzの電波を十分に吸収するためには、誘電体が空気、位相調整層16を設けない場合には7.5mmとなる。

【0083】

このような電波吸収体10にあっては、抵抗体皮膜層11と電波反射層13との間に位相調整層16を設けているので、位相調整層16による位相シフトの程度に応じて抵抗体皮膜層11と電波反射層13との間隔を調整することができ、遮蔽しようとする電波の周波数が同じである従来のλ/4型電波吸収体にくらべて、厚さを薄くすることができる。また、抵抗体皮膜層11と電波反射層13とがハニカム構造を有する誘電体層14を挟んで配置されているので、図1に示すI方向から到来する電波のうち、抵抗体皮膜層11と電波反射層13との間隔、及び位相調整層16による位相シフトの程度に応じた特定の周波数の電波を吸収することができる。

【0084】

また、電波反射層13が、遮蔽しようとする周波数の電波に対応した特定の長さを有する金属線素子12が配設されたものであるので、遮蔽しようとする周波数の電波のうち、図1に示すII方向から到来する電波を反射しつつ、遮蔽しようとする周波数以外の電波を双方向に透過させることができ、電波吸収体間の接続や接地の必要がなく施工性に優れる。また、電波反射層13は金属線素子12が配設されたものであるので、抵抗体皮膜層

10

20

30

40

50

11及びハニカム構造を有する誘電体層14として、光の透過率の高い材質を用いれば、得られる電波吸収体は、光の透過率の高いものとなり、窓ガラスなどにも貼設することができる。

【0085】

ここで、本発明において遮蔽しようとする周波数以外の電波を双方向に透過させることができるとは、遮蔽しようとする周波数から20%以上離れた周波数における電波の透過損失が10dB以下となる状態をいう。

【0086】

なお、本発明の電波吸収体は、図示例の電波吸収体10の形態のものに限定はされず、抵抗体皮膜層11と誘電体層14とを有し、抵抗体皮膜層11とは反対側の誘電体層14表面には電波反射層13が形成され、抵抗体皮膜層11と電波反射層13との間には位相調整層16が設けられているものであれば、例えば、(イ)電波反射層13の両側に、誘電体層14、抵抗体皮膜層11が設けられ、抵抗体皮膜層11と電波反射層13との間にはそれぞれ位相調整層16が設けられているもの、(ロ)抵抗体皮膜層11及び／又は電波反射層13の表面にプラスチックフィルムやガラスなどからなる保護層などが設けられたものなどであっても構わない。

【0087】

本発明の電波吸収体における電波反射層13は、複数種類の金属線素子(一線分の直線や枝分かれ直線などの線状、環状などパターンの異なる複数種類の金属線素子12、あるいは長さの異なる複数種類の金属線素子12)が配設されたものであってもよい。このような電波反射層13を有する電波吸収体10は、複数の周波数の電波を反射(又は吸収)することができる。さらに、この電波反射層13で反射される複数の周波数の電波のそれぞれの波長に応じた位置に、複数の抵抗体皮膜層11を設ければ、複数の周波数の電波を吸収することができる。

【0088】

また、本発明の電波吸収体における位相調整層16は、一線分の直線や枝分かれ直線などの線状、環状などパターンの異なる複数種類の金属線素子15、あるいは長さの異なる複数種類の金属線素子15が配設されたものであってもよい。位相調整層16を複数種類有する電波吸収体10はさらに薄くでき、または複数の周波数に対応することも可能である。

【実施例1】

【0089】

<実施例1>

図1において、厚さ100 μ mのポリエチレンテレフタレート(PET)フィルムによる支持体11aに、金属酸化物として酸化インジウムチタン(ITO)を、厚さが0.01 μ mとなるように蒸着して、抵抗体皮膜層11(表面抵抗:377 Ω /□)を形成した。

【0090】

また、厚さ100 μ mのPETフィルムによる支持体に、金属線素子15(長さ:5mm、厚さ:15 μ m、線幅:0.4mm、材質:アルミニウム)を、図2に示す線状パターンにてパターン形成して配置して位相調整層16を形成した。ここで金属線素子15は、図2中、上下方向の間隔を0.25mm、左右方向の間隔(開放端20間の間隔)を0.25mmとした。

【0091】

また、厚さ100 μ mのPETフィルムによる支持体に、金属線素子12(長さ:7.5mm、厚さ:15 μ m、線幅:0.4mm、材質:アルミニウム)を図2に示す線状パターンにてパターン形成して配置して電波反射層13を形成した。ここで金属線素子12は、図2中、上下方向の間隔を3.75mm、左右方向の間隔(開放端20間の間隔)を3.75mmとした。

【0092】

次に、上記電波反射層 13 と位相調整層 16 の間隔が 2.5 mm、位相調整層 16 と抵抗体皮膜層 11 との間隔が 1.27 mm となるように、それぞれの間に紙ハニカム構造体による第 1 誘電体層 14 a と第 2 誘電体 14 b とを配置し、これらを貼り合わせ、図 1 に示すような実施例 1 による本発明の電波吸収体 10 を作製した。

【0093】

この実施例 1 による電波吸収体 10 について、図 1 に示す I 方向から到来する電波に対する 10 GHz における透過減衰量測定、及び反射減衰量の測定を行った。結果を表 1 に示す。

【0094】

透過減衰量測定は透過損失法を用い、電波吸収体がない場合に比べて何 dB 透過量が減少したかを測定した。反射減衰量測定は反射電力法を用い、同じサイズの金属板と比較して何 dB 反射量が減少したかを測定した。測定範囲は、2 GHz から 20 GHz とし、ネットワークアナライザ（ヒューレッドパッカード社製、HP 8522C）の S21 モードにおいて測定した。

【0095】

<比較例 1>

比較例 1 として、図 1 において、厚さ 100 μ m の PET フィルムによる支持体 11 a に、金属酸化物（ITO）を厚さが 0.01 μ m となるように蒸着して、抵抗体皮膜層 11（表面抵抗：377 Ω/\square ）を形成した。

【0096】

また、厚さ 100 μ m の PET フィルムによる支持体に、金属線素子 12（長さ：7.5 mm、厚さ：15 μ m、線幅：0.4 mm、材質：アルミニウム）を図 2 に示すパターンで配置して電波反射層 13 を形成した。ここで、金属線素子 12 は、図 2 中、上下方向の間隔を 3.75 mm、左右方向の間隔（開放端 20 間の間隔）を 3.75 mm とした。

【0097】

次に、抵抗体皮膜層 11 と電波反射層 13 との間隔が 7.5 mm となるように、それらの間に紙ハニカム構造体からなる誘電体層 14 を配置し、これらを貼り合わせ、比較例 1 の電波吸収体を作製した。

【0098】

この比較例 1 の電波吸収体について、実施例 1 と同様にして透過減衰量測定および反射減衰量の測定を行った。結果を表 1 に示す。

【0099】

【表 1】

| | 透過減衰量 (10GHz) | 反射減衰量 (10GHz) |
|-------|---------------|---------------|
| 実施例 1 | 34dB | 35dB |
| 比較例 1 | 36dB | 33dB |

表 1 の結果から明らかなように、実施例 1 による本発明の電波吸収体 10 は、従来の電波吸収体と同等の性能を維持しつつ、厚さを大幅に薄くすることができることが確認された。

【0100】

<実施例 2>

図 1 において、厚さ 100 μ m のポリエチレンテレフタレート（PET）フィルムによる支持体 11 a に、金属酸化物として酸化インジウムチタン（ITO）を厚さが 0.01 μ m となるように蒸着して、抵抗体皮膜層 11（表面抵抗：377 Ω/\square ）を形成した。

【0101】

また、厚さ 100 μ m の PET フィルムによる支持体に、金属線素子 15（長さ：5 mm、厚さ：15 μ m、線幅：0.4 mm、材質：アルミニウム）を、図 2 に示す線状パタ

ーンにてパターン形成して配置して、位相調整層 16 を形成した。ここで、金属線素子 15 は、図 2 中、上下方向の間隔を 0.25 mm、左右方向の間隔（開放端 20 間の間隔）を 0.25 mm とした。

【0102】

また、厚さ 100 μ m の PET フィルムによる支持体に、金属線素子 12（長さ：7.5 mm、厚さ：15 μ m、線幅：0.4 mm、材質：アルミニウム）を図 2 に示す線状パターンでパターン形成して配置して、電波反射層 13 を形成した。ここで、金属線素子 12 は、図 2 中、上下方向の間隔を 3.75 mm、左右方向の間隔（開放端 20 間の間隔）を 3.75 mm とした。

【0103】

次に、電波反射層 13 と位相調整層 16 の間隔が 2.5 mm、位相調整層 16 と抵抗体皮膜層 11 との間隔が 1.27 mm となるように、それぞれの間に紙ハニカム構造体による第 1 誘電体層 14 a、第 2 誘電体層 14 b を配置し、これらを貼り合わせ、図 1 に示すような実施例 2 による本発明の電波吸収体 10 を作製した。電波吸収体のサイズは 600 mm \times 600 mm で、重量は 800 g であった。

【0104】

この実施例 2 による本発明の電波吸収体を水平に載置し、その吸収体上面に 10 cm 角の金属板を載せ、その金属板上に重りを載せ、吸収体の厚みが 10 % 以上変形する加重を求めた。結果を表 2 に示す。

【0105】

<比較例 2>

厚さ 100 μ m のポリエチレンテレフタレート（PET）フィルムによる支持体に、金属酸化物酸化インジウムチタン（ITO）を厚さが 0.01 μ m となるように蒸着して、抵抗体皮膜層 11（表面抵抗：377 Ω /□）を形成した。

【0106】

また、厚さ 100 μ m の PET フィルムによる支持体に、金属線素子 15（長さ：5 mm、厚さ：15 μ m、線幅：0.4 mm、材質：アルミニウム）を図 2 に示す線状パターンで配置して位相調整層 16 を形成した。ここで金属線素子 15 は、図 2 中、上下方向の間隔を 0.25 mm、左右方向の間隔（開放端 20 間の間隔）を 0.25 mm とした。

【0107】

また、厚さ 100 μ m の PET フィルムによる支持体に、金属線素子 12（長さ：7.5 mm、厚さ：15 μ m、線幅：0.4 mm、材質：アルミニウム）を図 2 に示す線状パターンでパターン形成して配置して、電波反射層 13 を形成した。ここで金属線素子 12 は、図 2 中、上下方向の間隔を 3.75 mm、左右方向の間隔（開放端 20 間の間隔）を 3.75 mm とした。

【0108】

次に、電波反射層 13 と位相調整層 16 の間隔が 2.5 mm、位相調整層 16 と抵抗体皮膜層 11 との間隔が 1.27 mm となるように、それぞれの間に発泡スチロールシートによる第 1 誘電体層 14 a、第 2 誘電体層 14 b を配置して誘電体層 14 を形成し、これらを貼り合わせ、図 1 に示すような比較例 2 による電波吸収体を作製した。電波吸収体のサイズは 600 mm \times 600 mm で、重量は 740 g であった。

【0109】

この比較例 2 による電波吸収体を水平に載置し、その吸収体上面に 10 cm 角の金属板を載せ、その金属板上に重りを載せ、吸収体の厚みが 10 % 以上変形する加重を求めた。結果を表 2 に示す。

【0110】

10

20

30

40

【表 2】

| | |
|-------|----------|
| | 変形した加重 |
| 実施例 2 | 5.0kg 以上 |
| 比較例 2 | 2.1kg |

表 2 の結果から明らかなように、実施例 2 による本発明の電波吸収体は、軽量さを維持しつつ、強度を大幅に増すことができることが確認された。 10

【図面の簡単な説明】

【0111】

【図 1】（a）は本発明の電波吸収体の一例を示す側断面図、（b）は本発明の電波吸収体に用いるハニカム構造体による誘電体層を示す斜視図。

【図 2】本発明の電波吸収体の電波反射層又は位相調整層における線状の金属線素子の配設パターンの一例を示す平面図。

【図 3】本発明の電波吸収体の電波反射層又は位相調整層における線状の金属線素子の配設パターンの他の例を示す平面図。

【図 4】本発明の電波吸収体の電波反射層又は位相調整層における線状の金属線素子の配設パターンのその他の例を示す平面図。 20

【図 5】本発明の電波吸収体の電波反射層又は位相調整層における環状の金属線素子の配設パターンの一例を示す平面図。

【図 6】本発明の電波吸収体の電波反射層又は位相調整層における環状の金属線素子の配設パターンの他の例を示す平面図。

【図 7】本発明の電波吸収体の電波反射層又は位相調整層における環状の金属線素子の配設パターンのその他の例を示す平面図。

【図 8】従来の電波吸収体の一例を示す側断面図。

【図 9】一般的な電波吸収体の媒体とインピーダンスとの関係を説明する概念図。

【図 10】本発明の電波吸収体の等価回路を示す図。 30

【符号の説明】

【0112】

I、I I …電波到来方向 I I I …電波透過方向

1 0 …電波吸収体 1 1 …抵抗体皮膜層 1 1 a …支持体層

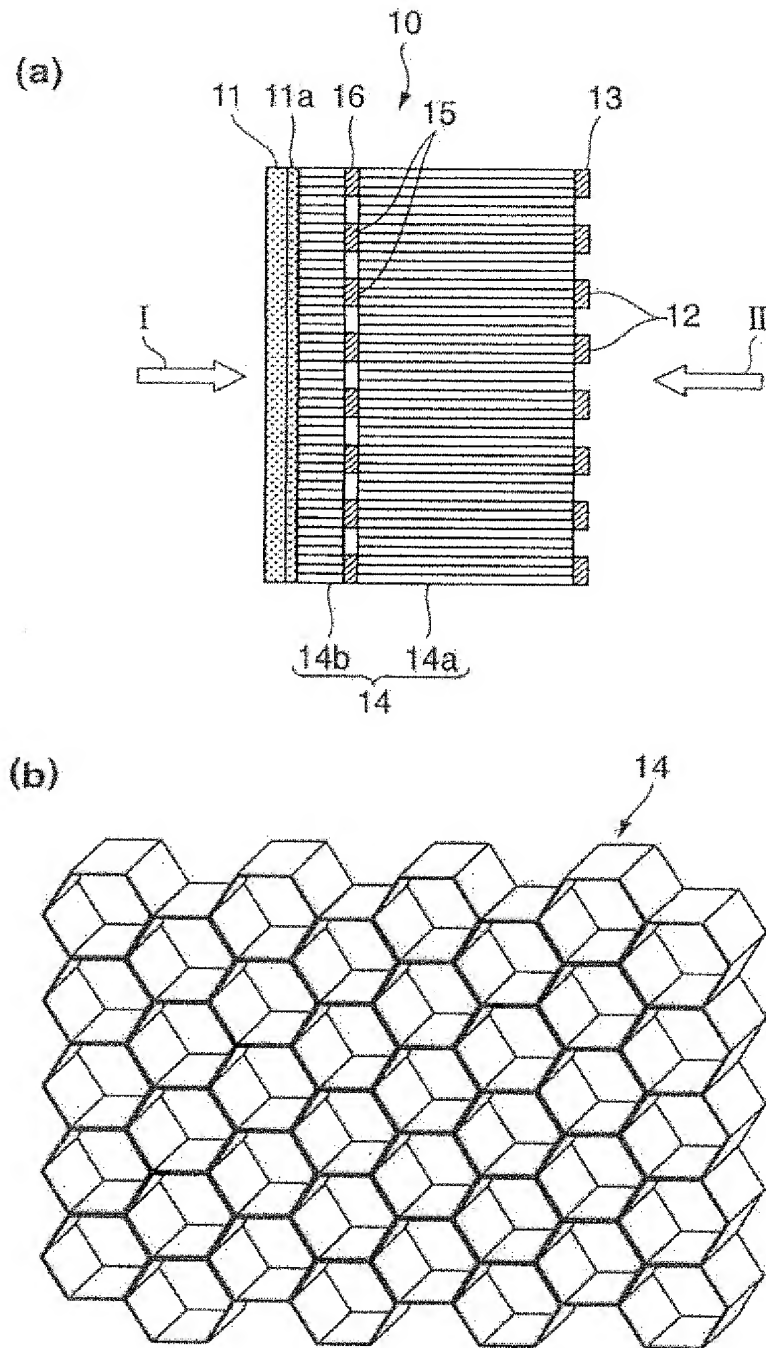
1 2 …金属線素子 1 3 …電波反射層 1 4 …ハニカム構造を有する誘電体層

1 4 a …第 1 誘電体層 1 4 b …第 2 誘電体層 1 5 …金属線素子

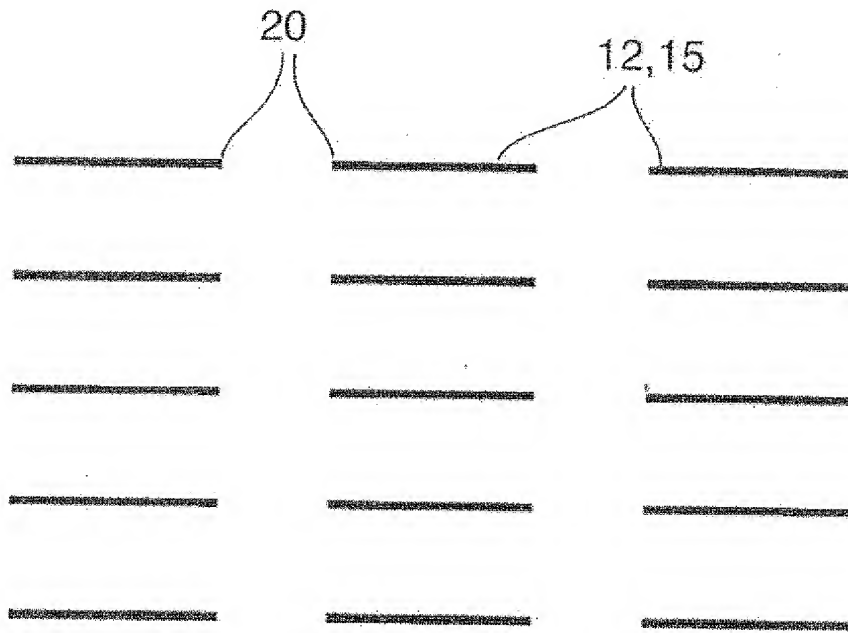
1 6 …位相調整層 2 0 …開放端

3 0 …電波吸収体 3 1 …抵抗体皮膜層 3 2 …電波反射層 3 3 …誘電体層

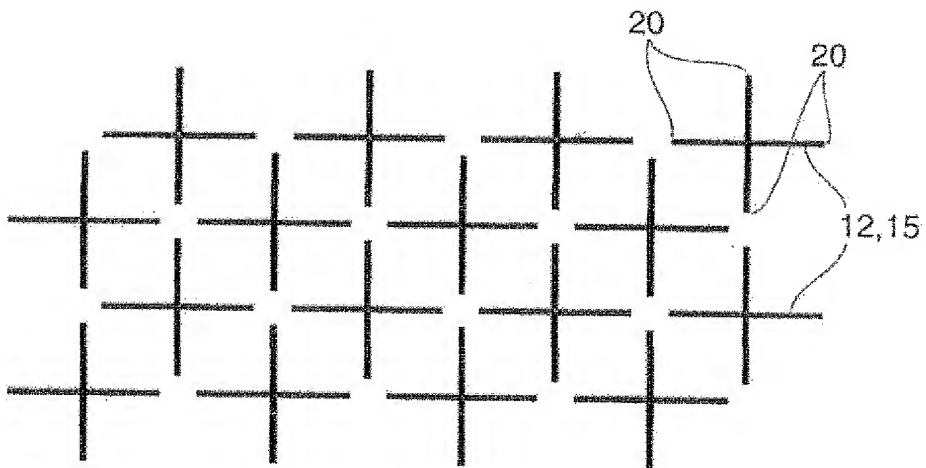
【図 1】



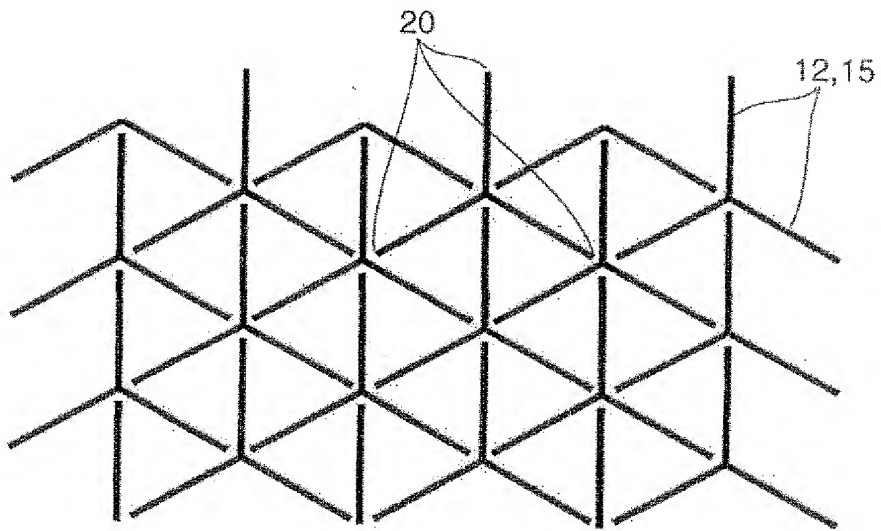
【図 2】



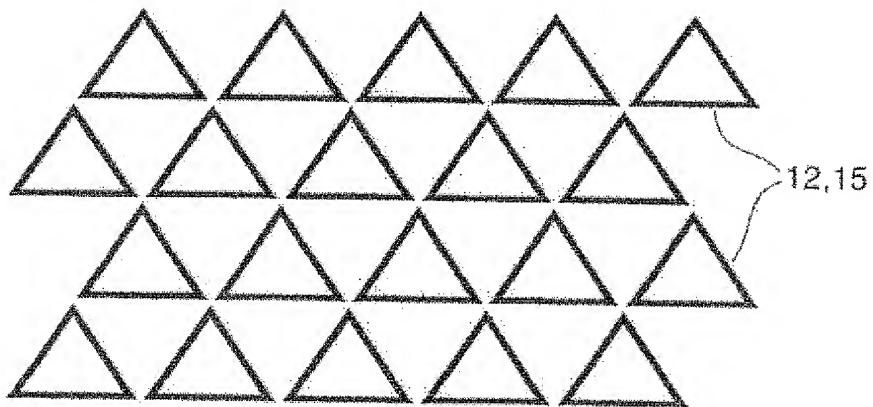
【図 3】



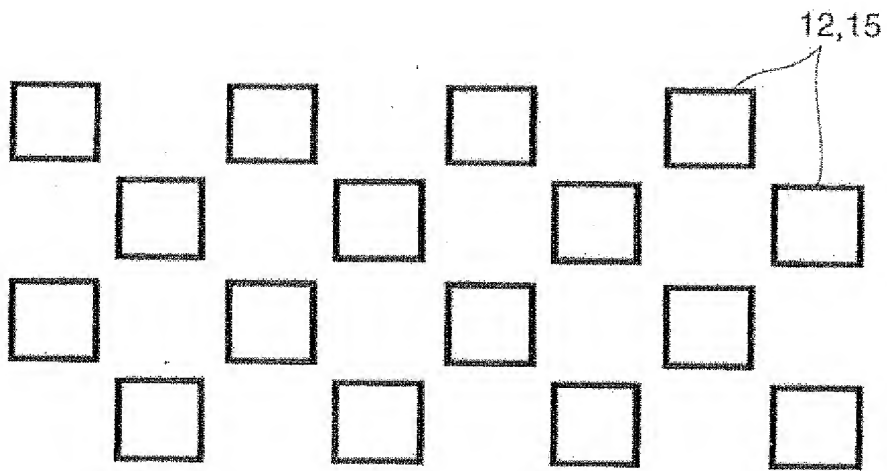
【図 4】



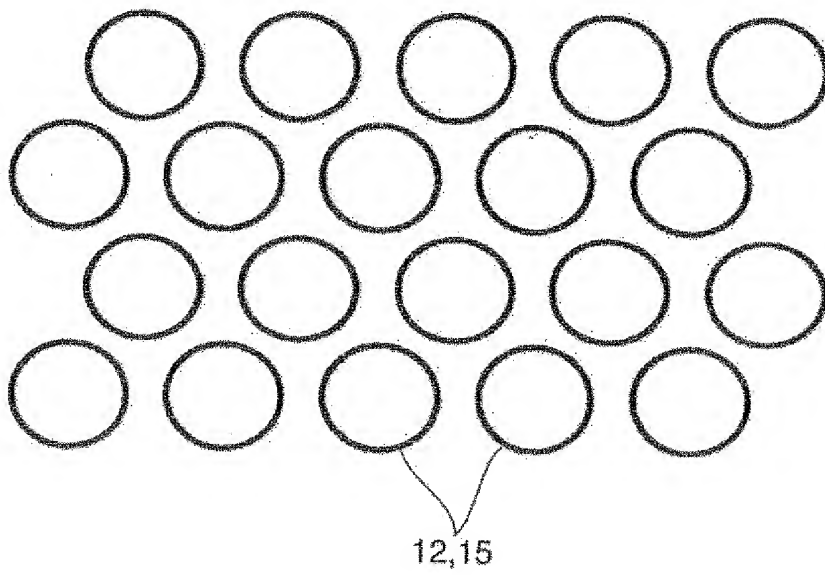
【図 5】



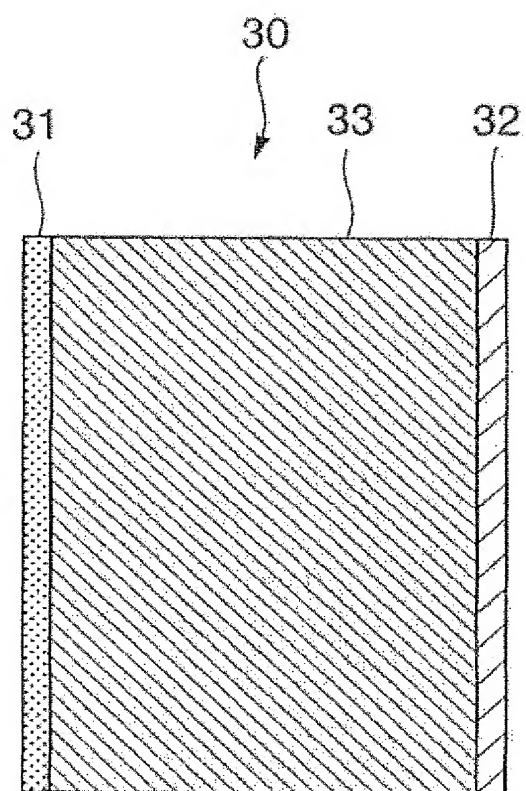
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【図9】

